

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-103627

⑤ Int.Cl.⁴
H 02 J 7/00識別記号 庁内整理番号
B-8021-5G

④ 公開 昭和63年(1988)5月9日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑬ 発明の名称 蓄電池監視方法

⑰ 特 願 昭61-244200

⑱ 出 願 昭61(1986)10月16日

⑭ 発 明 者 浅 岡 正 久 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社
伊丹製作所内

⑯ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑰ 代 理 人 弁理士 曾我 道照 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

蓄電池監視方法

2. 特許請求の範囲

(1) 蓄電池の充放電電流を検出して前記蓄電池の保有電気量を演算計測する蓄電池監視方法において、前記保有電気量の計測値に応じて、前記演算計測に用いる充電効率値を変化させたことを特徴とする蓄電池監視方法。

(2) 保有電気量の計測値が所定値より大きいかなかを判定するステップと、前記計測値が前記所定値以下の場合には充電効率値を規定値に設定するステップと、前記計測値が前記所定値より大きい場合には前記充電効率値を負の一次関数に従って変化させた値に設定するステップとを備えたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の蓄電池監視方法。

(3) 所定値は、80～90%であることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の蓄電池監視方法。

(4) 規定値は、95～100%であることを特徴とする

特許請求の範囲第2項又は第3項記載の蓄電池監視方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、蓄電池の保有電気量を演算計測により求める蓄電池監視方法に関し、特に演算誤差を抑制して蓄電池の長寿命化を実現した蓄電池監視方法に関するものである。

〔従来の技術〕

一般に蓄電池は、過充電又は過放電を繰り返せば寿命が低下し、又、過充電は電力損失及び電解液の減少を招き、過放電は著しい電圧低下を招く。従って、これを防ぐため、蓄電池の充電限界及び放電限界を検出し、この限界内で蓄電池を運用することが要求されている。

第4図は、例えば特願昭61-27827号明細書に記載された、一般的な蓄電池監視装置を一部ブロック図で示す回路図である。図において、(1)は太陽電池などの出力が不安定な直流電源回路、(2)は直流電源回路(1)に接続された逆流防止用のダ

イオード、(3)はダイオード(2)に接続された電源開閉器である。

(4)は電源開閉器(3)に接続された電力貯蔵装置としての蓄電池であり、電源開閉器(3)が閉成すると直流電源回路(1)により充電されるようになっている。(5)は蓄電池(4)に直列接続された分流器であり、蓄電池(4)に流れる電流即ち充放電電流 I_B (充電時+、放電時-)を検出するようになっている。

(6)は電源開閉器(3)にそれぞれ一端が接続された複数の負荷開閉器、(7)は各負荷開閉器(6)の他端に接続された複数の負荷であり、各負荷開閉器(6)が閉成するとそれに接続された負荷(7)に蓄電池(4)からの電力が供給されるようになっている。

(8)分流器(5)で検出された充放電電流 I_B から蓄電池(4)の保有電気量 AH (アンペアアワー)を演算し、その結果に基づいて電源開閉器(3)及び負荷開閉器(6)を開閉する蓄電池制御回路であり、直流電源回路と負荷(7)の所要電力との差を制御

して、負荷(7)に安定した電力を供給するようになっている。

(10)は蓄電池(4)の端子電圧から充電量の上限を検出するための分圧器であり、蓄電池(4)及び分流器(5)からなる直列回路の両端に接続されている。又、分圧器(10)は直列接続された3つの抵抗器(10a)~(10c)からなり、中央の抵抗器(10b)の両端の電圧が蓄電池制御回路(8)に入力されている。

(11)は蓄電池(4)の電槽(4a)内に取り付けられ、電解液の比重から充電量の下限を検出するためのフロート式の比重センサであり、電解液の比重が規定値以下になると閉成する接点(11a)を有し、この接点(11a)による検出信号が蓄電池制御回路(8)に入力されている。

次に、第4図の蓄電池監視装置を用いた従来の蓄電池監視方法の動作について説明する。第5図は蓄電池制御回路(8)内で実行される従来の蓄電池監視方法を示すフローチャート図である。まず、蓄電池(4)の充放電電流 I_B を計測し(ステップS1)、

この充放電電流 I_B と予め設定された計測周期 t (秒)とを用いて、電気量変化分 ΔAH を、

$$\Delta AH = I_B \times t / 3600$$

から演算する(ステップS2)。尚、ここでは、電気量変化分 ΔAH を絶対値として扱う。

次に、充放電電流 $I_B > 0$ か否かを判定して演算された電気量変化分 ΔAH が充電されたものか、又は放電されたものかを決定する(ステップS3)。

ここで、充放電電流 $I_B \leq 0$ と判定し、電気量変化分 ΔAH が放電されたものと決定した場合は、蓄電池(4)の直前の保有電気量の計測値 AH_{n-1} を用いて、放電後の保有電気量の計測値 AH_n を、

$$AH_n = AH_{n-1} - \Delta AH$$

から演算する(ステップS4)。

一方、放電電流 $I_B > 0$ と判定し、電気量変化分 ΔAH が充電されたものと決定した場合は、予め設定された充電効率 η (< 1)を用いて、充電後の保有電気量の計測値 AH_n を、

$$AH_n = AH_{n-1} + \eta \times \Delta AH$$

から演算する(ステップS5)。

ここで、電気量変化分 ΔAH に充電効率 η を掛けるのは、周知のように蓄電池(4)がガス発生等の内部損失を持ち、充電電気量の全てを放電電気量として取り出せないためである。

更新された保有電気量の計測値 AH_n は、直前の計測値 AH_{n-1} に代わって、蓄電池制御回路(8)内に現在の保有電気量 AH として格納される。

最後に、次の充放電電流 I_B を計測する準備として、計測周期 t (秒)が経過したか否かを判定し(ステップS6)、 t 秒経過後にステップS1に戻り、上記の動作を繰り返す。

こうして、常に最新の計測値 AH_n を連続的に積算して演算計測して、保有電気量の上限值付近では過充電を防止するため電源開閉器(3)を開放し、下限値付近では過放電を防止するため負荷開閉器(6)を全て開放する。それ以外の通常範囲内の場合は、保有電気量の計測値 AH_n に応じて、負荷開閉器(6)を開閉して負荷量の増減等の制御を行う。

ところで、実際の充電効率 η は、充電の進行と共に第6図のように変化し、充電量が80~90%ま

ではほぼ一定であるが、これ以上の充電量即ち保有電気量AHの大きい充電終期においては、ガス発生等により極端に低下する。

従って、長期間の内に、演算による積算誤差のみならず実際の蓄電池(4)の保有電気量と計測値AHnとの間に差を生じることになる。特に、不規則な繰り返し充放電使用時には充放電効率が繰り返す毎に異なり、誤差が増大する。

例えば、蓄電池制御回路(8)における演算計測値に積算誤差を生じこの積算誤差が負の場合は、蓄電池(4)の実際の保有電気量AHは、演算計測値よりも徐々に上限方向(充電)に向かう。しかし、蓄電池(4)の端子電圧は保有電気量AHの上限付近(充電終期)において急峻に上昇する傾向があるので、蓄電池制御回路(8)は、その端子電圧を検出することができる。そして、所定の上限電圧値に達したときに、演算計測による保有電気量AHを、端子電圧の上限電圧値に対応した保有電気量の上限値に補正する。

このとき、充電特性は充電電流値I_B及び環境温

度によって変化するので、充電電流値I_B及び環境温度によって上限電圧値を可変にすれば、更に精度の高い補正を行うことができる。

又、積算誤差が正のときは、蓄電池(4)の実際の保有電気量AHは演算計測値よりも徐々に下限方向(放電)に向かう。しかし、放電時に限れば、蓄電池(4)の電槽(4a)内の電解液の比重は放電量にほぼ比例して低下するので、電解液の比重値から蓄電池(4)の実際の保有電気量AHを知ることができる。即ち、比重センサ(11)の接点(11a)は、蓄電池(4)の電解液の比重が規定の下限比重値に達したときに閉成するので、接点(11a)の閉成信号により、蓄電池制御回路(8)は、電解液の下限比重値に対応した保有電気量AHの下限値に補正する。

このとき、電解液の比重値は、電解液温度即ち環境温度によって多少変化するが、フロート式の比重センサ(11)の場合、熱膨張の適当な材質をフロート材として選定すれば、環境温度の変化による接点(11a)の動作点の変動を補償でき、比較的再現性の良い比重センサ(11)を実現することができ

る。

更に、他の方法としては、積算誤差の正負とは無関係に、例えば1週間に1回程度の割合で定期的に補助電源をオンさせて、保有電気量AHが120%程度になるまで蓄電池(4)を過充電し、その後、保有電気量AHを100%にリセットして、積算誤差を補正している。

このように、演算計測結果により生じる積算誤差は、蓄電池(4)の保有電気量AHを、規定の上限値と下限値との間に管理される。

〔発明が解決しようとする問題点〕

従来の蓄電池監視方法は以上のように、積算誤差をリセットするために、上限値及び下限値に到達したときに補正したり、又は、定期的に蓄電池(4)を過充電していたので、前者の場合は、計測値と実際の保有電気量AHとの差即ち補正量が大きいため保有電気量AHの利用範囲を狭め且つ利用領域が充電側又は放電側に偏り蓄電池(4)の寿命を縮め、後者の場合は、保有電気量AHの100%以上の電気量が全て電力損失となるうえ、蓄電池(4)の

寿命を低下させ、又、過充電に伴うガス発生によって電解液の減少が著しくなり補水周期が短くなるという問題点があった。

この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、演算による積算誤差を極めて小さくして、定期的な過充電を不要とした蓄電池監視方法を得ることを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

この発明に係る蓄電池監視方法は、保有電気量の計測値に応じて、演算計測に用いる充電効率値を変化させたものである。

〔作用〕

この発明においては、演算計測により求められた保有電気量(充電量)に対応して、充電効率値を近似的に変化させ、常に真の保有電気量に近い計測値を得る。

〔実施例〕

以下、この発明の一実施例を図について説明する。第1図はこの発明の一実施例の動作を示すフローチャート図であり、51~54及び56は第5図に

示した各ステップと同様のものである。又、ステップS10は従来のステップS5に対応している。第2図はこの発明の一実施例で用いられる保有電氣量AHに対する充電効率 η (%)の関係を近似して示す特性図、第3図はこの発明の一実施例の演算計測による見かけ充電量(%)に対する保有電氣量AHの計測値を示す特性図である。

尚、第1図に示した動作を実行するための装置としては、第4図に示したものを用いて蓄電池制御回路(8)の制御ステップを変更すればよい。

まず、充放電電流 I_B を計測して(ステップS1)、

$$\Delta AH = I_B \times t / 3600$$

から電氣量変化分 ΔAH を求め(ステップS2)、更に

$$I_B > 0$$

か否かにより充電か放電かを決定し(ステップS3)、放電の場合は、

$$AH_n = AH_{n-1} - \Delta AH$$

から保有電氣量の計測値 AH_n を求める(ステップS4)動作は前述の通りである。

しかし、ステップS3において充電であると決定

したときには、現在の保有電氣量 $AH(=AH_{n-1})$ を所定値 $K(=80\sim90\%)$ と比較し、

$$AH > K$$

であるか否かを判定する(ステップS7)。

もし、保有電氣量AHの現在値が所定値K以下と判定された場合は、第2図に示すように、保有電氣量AHに対する充電効率 η の特性は一定であるから、充電効率 η を規定値 $\eta_k(=95\sim100\%)$ に設定する(ステップS8)。

又、ステップS7で、保有電氣量AHの現在値が所定値Kより大きいと判定された場合は、その現在値に応じて第2図の近似直線 l に従い、充電効率 η を変化させる(ステップS9)。

ここで、直線 l の充電効率 η に対する切片を k_1 、又、傾きの絶対値を k_2 とすれば、

$$\eta = k_1 - k_2 \times AH$$

$$\text{但し、} k_1 = K \times k_2$$

で表わせる。

次に、各ステップS8又はS9で得られた充電効率 η に基づいて、充電後の保有電氣量AHの計測値 AH_n

を、従来のステップS5に対応する式、

$$AH_n = AH_{n-1} + \eta \times \Delta AH$$

から求める。そして、 AH_n を現在の保有電氣量AHとして更新して格納する。

以下、前述と同様に t 秒経過後ステップS1に戻り(ステップS6)、同様の動作を繰り返す。

こうして、蓄電池(4)(第4図参照)の充電状態毎の充電効率を用いて保有電氣量AHを近似演算した結果、例えば第3図に示すように、充放電電流 I_B を単純に積算して得られる見かけ充電量が100%以上の領域に対しても、保有電氣量AHの計測値が100%を超えることはない特性が得られる。この特性は、見かけ充電量と実際の蓄電池(4)の有効充電量との関係に極めて近似している。

従って、保有電氣量AHの利用範囲によらず、又、不規則な繰り返し充放電による使用においても、常に有効充電量に最も近い保有電氣量AHの計測値が得られる。

又、第3図に破線で示すように、見かけ充電量が100%の付近の領域において、保有電氣量AHの計

測値と実際の有効充電量との間に誤差が発生したとしても、充電の進行と共に、

保有電氣量AHの計測値>有効充電量の場合には、

変化分 ΔAH の計測値<有効変化分となり、又、

保有電氣量AHの<有効充電量の場合には、

変化分 ΔAH の計測値>有効変化分となる。従って、いずれにしても演算計測を繰り返す内には、保有電氣量AHの計測値と有効充電量とが一致する方向に収束する傾向があり、誤差が大きくなる可能性は全くない。

尚、上記実施例においては、第4図に示した蓄電池監視装置を用いた場合について説明したが、上述したように誤差が発散することがないので上限補正は不要であり、蓄電池(4)の端子電圧から充電量の上限を検出するための分圧器(10)を省略してもよい。

[発明の効果]

以上のようにこの発明によれば、保有電気量の計測値に応じて、演算計測に用いる充電効率値を近似的に変化させ、常に真の保有電気量に近い計測値が得られるようにしたので、積算誤差が減少してリセット動作の頻度が少なくなり、蓄電池の長寿命化を実現した蓄電池監視方法が得られる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例の動作を示すフローチャート図、第2図はこの発明の一実施例で用いられる保有電気量に対する充電効率の関係を示す特性図、第3図はこの発明の一実施例の演算計測による見かけ充電量に対する保有電気量の計測値を示す特性図、第4図は一般的な蓄電池監視装置を一部ブロック図で示す回路図、第5図は従来の蓄電池監視方法の動作を示すフローチャート図、第6図は一般的な蓄電池充放電比に対する充電効率との関係を示す特性図である。

(4)…蓄電池

(8)…蓄電池制御回路

I_B …充電電流

AH…保有電気量

ΔAH …電気量変化分

η …充電効率

K…所定値

η_k …規定値

k_2 …一次関数の傾きの絶対値

S1…充放電電流を計測するステップ

S2…電気量変化分を演算するステップ

S4, S10…保有電気量を演算計測するステップ

S7…保有電気量を所定値と比較するステップ

S8…充電効率を規定値に設定するステップ

S9…充電効率を一次関数で変化させるステップ

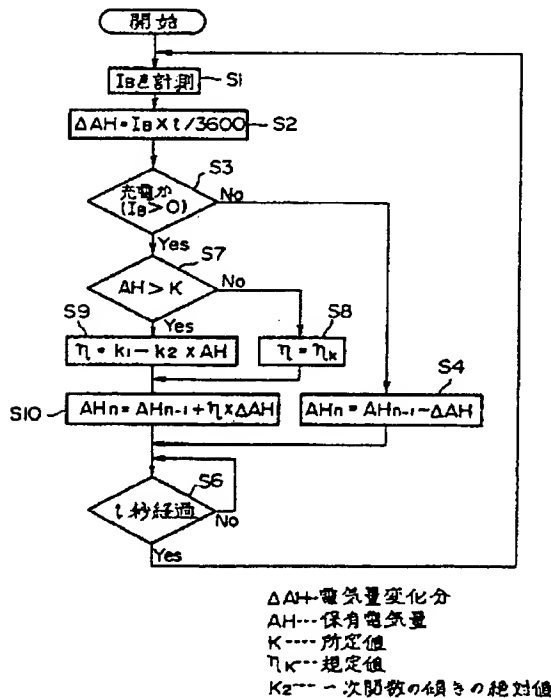
尚、図中、同一符号は同一又は相当部分を示す。

代理人

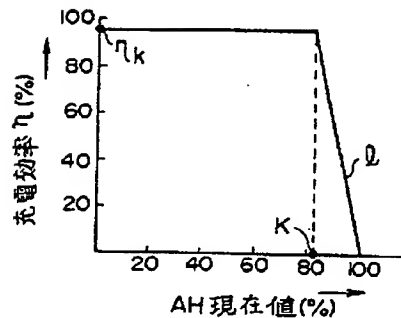
曾我 道照



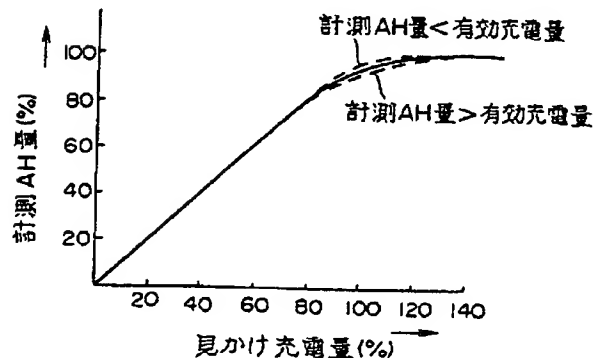
第1図



第2図



第3図



平成 3.12.25 発行

手続補正書

平成 3 年 9 月 4 日

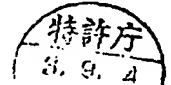
特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

昭和 61 年特許願第 244200 号 (特開昭
63-103627 号, 昭和 63 年 5 月 9 日
発行 公開特許公報 63-1037 号掲載) につ
いては特許法第 17 条の 2 の規定による補正があっ
たので下記のとおり掲載する。 7 (4)

Int. Cl. 1	識別 記号	庁内整理番号
H02J 7/00		B-9060-5G

特許庁長官殿

1. 事件の表示 昭和 61 年特許願第 244200 号
2. 発明の名称 蓄電池監視方法
3. 補正をする者
事件との関係 特許出願人
住 所 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号
名 称 (601)三菱電機株式会社
代表者 志 岐 守 哉
4. 代 理 人
住 所 東京都千代田区丸の内 3 丁目 1 番 1 号
国際ビルディング 8 階
電話 (03)3216-5811 [代表]
氏 名 (5787)弁理士 曾 我 道 照
5. 補正の対象
(1) 明細書の発明の詳細な説明の欄



6. 補正の内容

- (1) 明細書第 5 頁第 15 行の「放充電」を「充放電」と補正。
- (2) 明細書第 6 頁第 6 行の「 AH_{n-1} 」を「 AH_n 」と補正。
- (3) 明細書第 12 頁第 7 行の「一定」を「ほぼ一定」と補正。
- (4) 明細書第 14 頁第 7 行の「 AH の $<$ 」を「 AH の計測値 $<$ 」と補正。

以上

JAPANESE PATENT PUBLICATION (A)

(11) Publication number: 63-103627

(43) Date of publication of application: 09.05.1988

(51) Int.CI. H02J 7/00

(21) Application number: 61-244200 (71) Applicant: MITSUBISHI
ELECTRIC
CORP.

(22) Date of filing: 16.10.1986 (72) Inventor: ASAOKA
MASAHISA

(54) STORAGE BATTERY MONITORING METHOD

SPECIFICATION

1. TITLE OF THE INVENTION

Storage Battery Monitoring Method

2. CLAIMS

(1) A storage battery monitoring method for detecting a charging/discharging current of a storage battery and computing and measuring an amount of stored electricity of said storage battery, said storage battery monitoring method characterized by changing a charging efficiency value used for said computation and measurement in accordance with a measured value of said amount of stored electricity.

(2) A storage battery monitoring method as set forth in claim 1, further provided with a step of judging whether or not the measured value of the amount of stored electricity is larger than a predetermined value; a step of setting the charging efficiency value to a defined value when said measured value is said predetermined value or

less; and a step of setting said charging efficiency value to a value changed according to a negative primary function when said measured value is larger than said predetermined value.

(3) A storage battery monitoring method as set forth in claim 2, wherein the predetermined value is 80 to 90%.

(4) A storage battery monitoring method as set forth in claim 2 or 3, wherein the defined value is 95 to 100%.

3. DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[Field of Utilization in Industry]

The present invention relates to a storage battery monitoring method for finding an amount of stored electricity of a storage battery by computation and measurement, more particularly relates to a storage battery monitoring method achieving an increase of service life of a storage battery by suppressing cumulative addition error.

[Prior Art]

In general, when over charging or excessive discharging is repeated, the service life of the storage battery is lowered. Over charging induces power loss and reduction of an electrolytic solution, while excessive discharging induces a remarkable voltage drop. Accordingly, in order to prevent this, it has been required to detect a charging limit and a discharging limit of the storage battery and employ the storage battery within these limits.

FIG. 4 is a circuit diagram showing a general storage battery monitoring system disclosed in for example Japanese Patent Application No. 61-27827 by a partial block diagram. In the figure, (1) is a DC power supply circuit having an unstable output, for example, a solar battery, (2) is a backflow preventing diode connected to the DC power supply

circuit (1), and (3) is a power source switch connected to the diode (2).

(4) is a storage battery forming a power storage device connected to the power source switch (3) and charged by the DC power supply circuit (1) when the power source switch (3) is closed. (5) is an electric shunt connected in series to the storage battery (4) and detects a current flowing in the storage battery (4), that is, a charging/discharging current I_B (+ at the time of charging, and - at the time of discharging).

(6) are a plurality of load switches having first ends connected to the power source switch (3), while (7) are a plurality of loads connected to the other ends of the load switches (6). When the load switches (6) are closed, the power from the storage battery (4) is supplied to the loads (7) connected to them.

(8) is a storage battery control circuit for computing an amount of stored electricity AH (ampere hour) of the storage battery (4) from the charging/discharging current I_B detected at the electric shunt (5) and opening/closing the power source switch (3) and the load switches (6) based on the result thereof, controls a difference of required power between the DC power supply circuit (1) and the load (7), and supplies stable power to the load (7).

(10) is a voltage divider for detecting an upper limit of a charging amount from a terminal voltage of the storage battery (4) and connected across the ends of a serial circuit configured by the storage battery (4) and the electric shunt (5). Further, the voltage divider (10) is configured by serially connected three resistors (10a) to (10c). Voltages of the two ends of the resistor (10b) at

the center are input to the storage battery control circuit (8).

(11) is a float type specific gravity sensor attached inside an electrolytic tank (4a) of the storage battery (4) and detecting a lower limit of the charging amount from the specific gravity of the electrolytic solution. It has a contact (11a) closed when the specific gravity of the electrolytic solution becomes a defined value or less. A detection signal by this contact (11a) is input to the storage battery control circuit (8).

Next, the operation of a conventional storage battery monitoring method using the storage battery monitoring system of FIG. 4 will be explained. FIG. 5 is a flow chart showing a conventional storage battery monitoring method executed in the storage battery control circuit (8). First, a charging/discharging current I_B of the storage battery (4) is measured (step S1). By using this charging/discharging current I_B and a previously set count cycle t (second), the change of the amount of electricity ΔAH is computed (step S) from:

$$\Delta AH = I_B \times t / 3800$$

Note that, here, the change of the amount of electricity ΔAH is handled as an absolute value.

Next, it is judged whether or not the charging/discharging current $I_B > 0$ to determine whether the computed change of the amount of electricity ΔAH is one by charging or one by discharging (step S3).

Here, when it is judged that the charging/discharging current $I_B \leq 0$ and it is determined that the change of the amount of electricity ΔAH is due to discharging, the

measured value $AH\eta_{-1}$ of the amount of stored electricity of the storage battery (4) immediately before this step is used to compute the measured value $AH\eta$ of the amount of stored electricity after discharging (step S4) from:

$$AH\eta = AH\eta_{-1} - \Delta AH$$

On the other hand, when it is judged that the charging/discharging current $I_B > 0$ and it is determined that the change of the amount of electricity ΔAH is due to charging, a previously set charging efficiency $\eta_k (< 1)$ is used to compute the measured value $AH\eta$ of the amount of stored electricity after charging (step S5) from:

$$AH\eta = AH\eta_{-1} + \eta_k \times \Delta AH$$

Here, the change of the amount of electricity ΔAH is multiplied by the charging efficiency η_k because the storage battery (4) has an internal loss due to gas generation as is well known and because all of the amount of charging electricity cannot be extracted as the amount of discharging electricity.

The measured value $AH\eta$ of the updated amount of stored electricity is stored as the present amount of stored electricity AH in the storage battery control circuit (8) in place of the measured value $AH\eta_{-1}$ immediately before this.

Finally, as preparation for counting the next charging/discharging current I_B , it is judged whether or not a counting cycle t (second) has passed (step S6). The routine returns to step S1 after an elapse of t seconds, then the above operation is repeated.

In this way, the newest measured value $AH\eta$ is continuously cumulatively added, computed, and counted. The

power source switch (3) is opened near the upper limit value of the amount of stored electricity in order to prevent over charging. All of the load switches (6) are opened near the lower limit in order to prevent over discharging. In the case within the usual range other than that, the load switches (5) are opened/closed in accordance with the measured value $AH\eta$ of the amount of stored electricity to increase or decrease the load amount.

The actual charging efficiency η changes as shown in FIG. 6 along with the progress of the charging. It is substantially constant up to when the charging amount is 80 to 90%. In the charging end period where the charging amount is more than this, that is, the amount of stored electricity AH is large, it drops sharply due to gas generation etc.

Accordingly, in a long period, not only cumulative error due to the computation, but also a difference between the actual amount of stored electricity of the storage battery (4) and the measured value $AH\eta$ occurs. Particularly, at the time of irregular repeated charging/discharging usage, the charging/discharging efficiency differs for each repetition and the error increases.

For example, when cumulative error occurs in the computed and measured value in the storage battery control circuit (8) and when this cumulative error is negative, the actual amount of stored electricity AH of the storage battery (4) gradually moves toward the upper limit direction (charging) from the computed and measured value. However, the terminal voltage of the storage battery (4) tends to sharply rise near the upper limit (charging end period) of

the amount of stored electricity AH, therefore the storage battery control circuit (8) can detect the terminal voltage. Then, when reaching the predetermined upper limit voltage value, the amount of stored electricity AH by the computation and measurement is corrected to the upper limit value of the amount of stored electricity corresponding to the upper limit voltage value of the terminal voltage.

At this time, the charging characteristic changes according to the charging current value I_B and ambient temperature, therefore if the upper limit voltage value is made variable according to the charging current value I_B and the ambient temperature, correction having a further high precision is possible.

Further, when the computation error is positive, the actual amount of stored electricity AH of the storage battery (4) gradually moves toward the lower limit direction (discharging) from the computed and measured value. However, when limited to the time of discharging, the specific gravity of the electrolytic solution in the electricity tank (4a) of the storage battery (4) drops substantially proportional to the discharging amount, therefore the actual amount of stored electricity AH of the storage battery (4) can be learned from the specific gravity value of the electrolytic solution. Namely, the contact (11a) of the specific gravity sensor (11) is closed when the specific gravity of the electrolytic solution of the storage battery (4) reaches the defined lower limit specific gravity value, therefore, by the closing signal of the contact (11a), the storage battery control circuit (8) corrects it to the lower limit value of the amount of stored electricity AH corresponding to the lower limit

specific gravity value of the electrolytic solution.

At this time, the specific gravity value of the electrolytic solution slightly changes according to the electrolytic solution temperature, that is, the ambient temperature, but in the case of the float type specific gravity sensor (11), when a material having a proper thermal expansion is selected as a float material, the fluctuation of the operation point of the contact (11a) due to the change of the ambient temperature can be compensated for and a specific gravity sensor (11) having a relatively good reproducibility can be achieved.

Further, as another method, irrespective of the sign of the cumulative error, an auxiliary power source is periodically turned on at a ratio of for example about one time per week and the storage battery (4) is over charged to an amount of stored electricity AH of about 120%, then the amount of stored electricity AH is reset to 100% to thereby correct the cumulative error.

In this way, the cumulative error occurring due the computation and measurement results is managed so that the amount of stored electricity AH of the storage battery (4) is between the defined upper limit value and lower limit value.

[Problem to be Solved by the Invention]

In the conventional storage battery monitoring method, as described above, in order to reset the computation error, correction is made when reaching the upper limit value and the lower limit value or the storage battery (4) is periodically over charged. Therefore, in the former case, the difference between the measured value and the actual amount of stored electricity AH, that is, the

correction amount is large, so the range of utilization of the amount of stored electricity AH is reduced and the utilization area is biased to the charging side or discharging side and therefore the service life of the storage battery (4) is shortened. In the latter case, there are the problems that all of the amount of electricity of 100% of the amount of stored electricity AH or more became power loss. In addition, the service life of the storage battery (4) is lowered. The reduction of the electrolytic solution becomes remarkable due to gas generation along with the over charging, and the water replenishment cycle therefore becomes short.

The present invention was made in order to solve the problems as described above and has as its object to obtain a storage battery monitoring method making the periodical over charging unnecessary by making the cumulative error due to the computation extremely small.

[Means for Solving the Problems]

According to the present invention, there is provided a storage battery monitoring method changing a charging efficiency value used for the computation and measurement in accordance with the measured value of the amount of stored electricity.

[Mode of Operation]

In the present invention, the charging efficiency value is changed by approximation corresponding to the amount of stored electricity (charging amount) found by the computation and measurement so as to obtain a measured value near the true amount of stored electricity at all times.

[Embodiments]

Below, an embodiment of the invention will be explained with reference to the drawings. FIG. 1 is a flow chart showing the operation of an embodiment of this invention, in which S1 to S4 and S6 are the same as the steps shown in FIG. 5. Further, step S10 corresponds to the conventional step S5. FIG. 2 is a graph showing the relationship of the charging efficiency η (%) with respect to the amount of stored electricity AH used in an embodiment of the present invention by approximation, while FIG. 3 is a graph showing a measured value of the amount of stored electricity AH with respect to the apparent charging amount (%) according to the computation and measurement of the embodiment of the present invention.

Note that as the hardware for executing the operation shown in FIG. 1, the control steps of the storage battery control circuit (8) may be changed by using the steps shown in FIG. 4.

First, the charging/discharging current I_B is measured (step S1) to find the change of the amount of electricity ΔAH (step S2) from:

$$\Delta AH = I_B \times t / 3600,$$

Further, according to whether or not:

$$I_B > 0,$$

it is determined whether the current is a charging or discharging current (step S3). In the case of discharging, the measured value $AH\eta$ of the amount of stored electricity is found (step S4) from:

$$AH\eta = AH\eta_{-1} - \Delta AH.$$

The operation is as explained before.

However, when it is determined to be charging at step

S3, the present amount of stored electricity AH ($= AH_{n-1}$) is compared with a predetermined value K ($= 80$ to 90%) and it is judged whether or not:

$$AH > K$$

(step S7).

If it is judged that the present value of the amount of stored electricity AH is the predetermined value K or less, as shown in FIG. 2, the characteristic of the charging efficiency η with respect to the amount of stored electricity AH is constant, therefore the charging efficiency η is set at the defined value η_k ($= 95$ to 100%) (step S8).

Further, when it is judged in step S7 that the present value of the amount of stored electricity AH is larger than the predetermined value K , the charging efficiency η is changed according to the approximate straight line 1 of FIG. 2 in accordance with that present value (step S9).

Here, when a segment of the straight line 1 with respect to the charging efficiency η is k_1 and the absolute value of inclination is k_2 , it can be expressed as:

$$\eta = k_1 - k_2 \times AH$$

$$\text{where, } k_1 = K \times k_2$$

Next, based on the charging efficiency η obtained at step S8 or S9, the measured value $AH\eta$ of the amount of stored electricity AH after charging is found from an equation corresponding to the conventional step S5:

$$AH\eta = AH_{n-1} + \eta \times \Delta AH$$

Then, $AH\eta$ is updated as the present amount of stored electricity AH and stored.

Below, in the same way as the above description, after

an elapse of t seconds, the routine returns to step S1 (step S6), and the same operation is repeated.

In this way, as a result of the approximation of the amount of stored electricity AH by using the charging efficiency for each charging state of the storage battery (4) (see FIG. 4), for example, as shown in FIG. 3, a characteristic is obtained in which the measured value of the amount of stored electricity AH does not exceed 100% even with respect to the area where the apparent charging amount obtained by simply cumulatively adding the charging/discharging current I_B is 100% or more. This characteristic is very close to the relationship between the apparent charging amount and the effective charging amount of the actual storage battery (4).

Accordingly, even by usage not according to the range of utilization of the amount of stored electricity AH, but according to the irregular repeated charging/discharging, the measured value of the amount of stored electricity AH nearest the effective charging amount can always be obtained.

Further, as indicated by a broken line in FIG. 3, in the area where the apparent charging amount is near 100%, even when a difference occurs between the measured value of the amount of stored electricity AH and the actual effective charging amount, along with the progress of the charging, in the case where:

Measured value of amount of stored electricity AH > effective charging amount,

the measured value of amount of change ΔAH becomes smaller than the effective charging amount, and in the case of:

Measured value of amount of stored electricity $\Delta AH <$
Effective charging amount,

the measured value of the amount of change ΔAH becomes larger than the effective amount of change. Accordingly, in any case, during the repetition of the computation and measurement, there is a tendency that the measured value will converge in a direction where the measured value of the amount of stored electricity AH and the effective charging amount coincide. There is no possibility at all that the error will become larger.

Note that, in the above embodiment, an explanation was given of a case where the storage battery monitoring system shown in FIG. 4 was used, but the error does not disperse as explained above, therefore correction of the upper limit is unnecessary, and the voltage divider (10) for detecting the upper limit of the charging amount from the terminal voltage of the storage battery (4) may be omitted.

[Effect of the Invention]

As explained above, according to the present invention, in accordance with the measured value of the amount of stored electricity, the charging efficiency value used for computation and measurement is approximately changed and the measured value near the true amount of stored electricity can always be obtained, therefore there are effects that the cumulative error is reduced, the frequency of the reset operation becomes small, and a storage battery monitoring method realizing an increase of the service life of the storage battery is obtained.

4. BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 is a flow chart showing the operation of an embodiment of the present invention; FIG. 2 is a graph for

approximately showing the relationship of a charging efficiency with respect to an amount of stored electricity used in an embodiment of the present invention; FIG. 3 is a graph showing the measured value of the amount of stored electricity with respect to the apparent charging amount according to computation and measurement of an embodiment of the present invention; FIG. 4 is a circuit diagram showing a general storage battery monitoring system by a partial block diagram; FIG. 5 is a flow chart showing the operation of a conventional storage battery monitoring method; and FIG. 6 is a graph showing the relationship of the charging efficiency with respect to a general storage battery charging/discharging ratio.

(4) ... storage battery

(8) ... storage battery control circuit

I_B ... charging/discharging current

AH ... amount of stored electricity

ΔAH ... change of amount of electricity

η ... charging efficiency

K ... predetermined value

η_k ... defined value

K_2 ... absolute value of inclination of primary function

S1 ... step of measuring charging/discharging current

S2 ... step of computing change of amount of electricity

S4, S10 ... step for computing and measuring amount of stored electricity

S7 ... step of comparing amount of stored electricity with predetermined value

S8 ... step of setting charging efficiency to defined

value

S9 ... step of changing charging efficiency by primary function

Note that, in the drawings, the same notations indicate the same or corresponding portions.

[FIG. 1]

START

S1. COUNT I_B

S3. CHARGING?

S6. t SECONDS PASS

CHANGE OF AMOUNT OF ELECTRICITY

AMOUNT OF STORED ELECTRICITY

PREDETERMINED VALUE

DEFINED VALUE

ABSOLUTE VALUE OF INCLINATION OF PRIMARY FUNCTION

[FIG. 2]

CHARGE EFFICIENCY

AH PRESENT VALUE

[FIG. 3]

COUNTED AH AMOUNT

APPARENT CHARGING AMOUNT

COUNTED AH AMOUNT < EFFECTIVE CHARGING AMOUNT

COUNTED AH AMOUNT > EFFECTIVE CHARGING AMOUNT

[FIG. 4]

1. DC POWER SUPPLY CIRCUIT

8. STORAGE BATTERY CONTROL CIRCUIT

4. STORAGE BATTERY

I_B . CHARGING/DISCHARGING CURRENT

[FIG. 5]

START

S1. COUNT I_B

S3. CHARGING?

S6. t SECONDS PASS

[FIG. 6]

CHARGE EFFICIENCY

(CHARGING AMOUNT/DISCHARGING AMOUNT)